

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **01006349 A**(43) Date of publication of application: **10 . 01 . 89**

(51) Int. Cl.

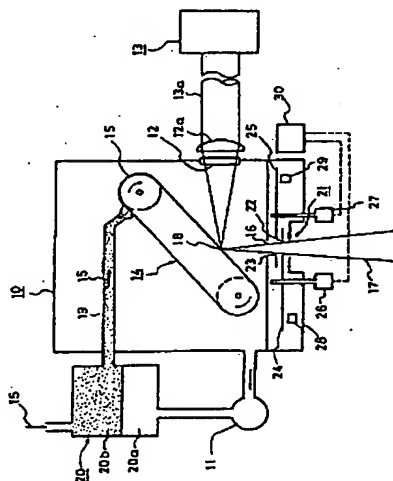
**H01J 35/22****H01L 21/30****H01S 3/00****H05G 1/00**(21) Application number: **62226699**(22) Date of filing: **11 . 09 . 87**(30) Priority: **11 . 09 . 86 JP 61214734**(71) Applicant: **HOYA CORP YAMANAKA  
CHIYOE**(72) Inventor: **MOCHIZUKI TAKAYASU  
YAMANAKA CHIYOE****(54) LASER PLASMA X-RAY GENERATOR AND  
X-RAY EJECTION PORT OPENING/CLOSING  
MECHANISM**radiation of X-rays is thereby allowed without replacing  
a target rotor with a high frequency.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&amp;Japio

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To allow the continuous use of an X-ray generator for a long time by arranging a target material transfer device in a chamber, feeding a target material to the transfer device from the outside of the chamber, and continuously feeding the new target material to a laser light collecting point.

**CONSTITUTION:** A target material 15 made of a liquid or solid inert element is fed to a target material transfer device 14 in a chamber 10 by a target material feeding device 20, and the target material is continuously fed to the light collecting point 18 of the pulse laser light 13a by the transfer device 14. The pulse laser light emitted from a laser light source 13 is sent to the light collecting point via a light collecting mechanism, the target material 15 heated by the pulse laser light is converted into plasma, and X-rays are emitted from the target material 15. The emitted X-rays are ejected to the outside of the chamber 10 through the opening when an X-ray ejection port opening/closing mechanism 21 is opened. The stable and continuous



## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-6349

⑪ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和64年(1989)1月10日

H 01 J 35/22  
H 01 L 21/30  
H 01 S 3/00  
H 05 G 1/00

3 3 1

7301-5C  
S-7376-5F  
A-7630-5F  
7259-4C

審査請求 未請求 発明の数 2 (全9頁)

⑭ 発明の名称 レーザープラズマX線発生装置及びX線射出口開閉機構

⑮ 特 願 昭62-226699

⑯ 出 願 昭62(1987)9月11日

優先権主張 ⑰ 昭61(1986)9月11日 ⑱ 日本(JP) ⑲ 特願 昭61-214734

⑳ 発 明 者 望 月 孝 晏 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内  
㉑ 発 明 者 山 中 千 代 衛 兵庫県芦屋市西山町11番地の1  
㉒ 出 願 人 ホーヤ株式会社 東京都新宿区中落合2丁目7番5号  
㉓ 出 願 人 山 中 千 代 衛 兵庫県芦屋市西山町11番地の1  
㉔ 代 理 人 弁理士 芦 田 坦 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

レーザープラズマX線発生装置及びX線射出口  
開閉機構

## 2. 特許請求の範囲

1. パルスレーザー光の入射口と、X線射出口とを備え、且つ、内部を減圧状態にできるチャンパーと、前記パルスレーザー光をチャンパー内に集光点が位置するように、前記入射口を通して導く手段と、前記パルスレーザー光の加熱により気化する化学的に安定な液体又は固体状のターゲット物質を前記集光点へ連続的に供給、移送する手段と、前記X線射出口に対向して設けられ、前記パルスレーザー光と同期してX線射出口を開閉するX線射出口機構とを備えたことを特徴とするレーザープラズマX線発生装置。

2. パルスレーザー光を減圧チャンパー内に設けたターゲット物質に照射し、プラズマ化したタ

ーゲット物質から放射されるX線を前記チャンパーに設けられたX線射出口を通して外部へ取り出す構成を備えたレーザープラズマX線発生装置に使用されるX線射出口開閉機構において、それぞれ小孔を穿設した2枚の円盤と、両者の一部が相互に重なり合うように、而も、両円盤の小孔が互いに合致できるように、前記X線射出口に隣接した位置で、両円盤を軸支する手段及び両円盤を回転させるための手段とを有し、両円盤の回転周波数の差を前記パルスレーザー光の繰り返し周波数に実質上等しくし、前記両小孔の合致によるX線射出口の開閉と、レーザープラズマによるX線の発生とを同期させることを特徴とするX線射出口開閉機構。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はレーザープラズマX線発生装置の改良に係り、主としてX線リソグラフィやX線顕微鏡等の光源として利用されるものである。

(1)

(2)

## (従来の技術)

レーザープラズマX線発生装置は、高出力で、所定の繰り返し周波数を有するパルスレーザー光を固体標的物質上に集光照射することにより高温高密度プラズマを生成し、それより放射されるX線をX線リソグラフィやX線顕微鏡等の光源として利用するものである。

従来のX線発生装置は、通常第6図に示す如く真空チャンバー1内に金属ターゲット回転体2を配設し、レーザー集光機構3を介してパルスレーザー光4を回転体2の集光点上へ照射すると共に、発生したX線5をX線射出口6から外部へ導出するように構成されている。

前記ターゲット物質としては、発生するX線(0.1〜3 keV)のエネリギー等の点から銅、アルミニウム等の金属固体物質が最適と考えられており、金属板を円筒又は回転対称体に成形してこれを回転させることにより、常に新しい平滑な固体表面がレーザー光の集光点へ来るように構成されている。尚、新しい固体表面がレーザーの集光

(3)

大きく、且つX線射出口6の面積が大きい場合には、膜厚を必然的に厚くする必要があり、X線の減衰が大きくなるという問題がある。

又、X線の減衰を避けるために射出口6を開口した場合には、チャンバー1内の真空度の維持が困難になるうえ、後述する如く金属蒸気の漏洩に依る様々な不都合が発生する。

第2の問題は、加熱に依り発生する金属蒸気の蒸着の問題である。金属ターゲットを用いるため、レーザー加熱によって金属蒸気が発生し、この金属蒸気がチャンバー1の内壁面やX線射出口6の薄膜上に蒸着する。その結果、薄膜のX線透過率が低下し、X線が減衰して強度の安定したX線が得られないという難点がある。

又、X線射出口6を開放した場合には、開口を通して金属蒸気が外部へ流出する。その結果、X線マスク等のX線被照射体に堆積して、被照射体の破壊や性能劣化を引き起す。

第3の問題は、金属ターゲット回転体2の交換の問題である。前述の如く、レーザー光の照射に

(5)

点へ来るようにするのは、レーザー光の照射により集光点を中心にターゲット物質が蒸発し、クレーター状の痕跡が発生してレーザー光の集光性が不安定になるからである。

真空チャンバー1のX線射出口6は、通常ベリリウム等の高X線透過率の薄膜により密閉されており、チャンバー1内の真空度を保持すると共に、低圧のチャンバー1内から高圧の外部へX線を効率よく導出できるように構成されている。

前記第6図に記載した従前のレーザープラズマX線発生装置は、ターゲット物質の表面に於けるレーザー光の集光安定度が高く、しかも、チャンバー1内の真空度を極めて容易に保持できるという優れた実用的効用を有するものである。

しかし、当該X線発生装置にも解決すべき多くの問題点が残されている。

第1の問題は、X線射出口6に設けたベリリウム等の薄膜によるX線の減衰の問題である。X線透過率が高いと雖も、薄膜によるX線の減衰は避けられず、特にチャンバー1の内・外の圧力差が

(4)

よってクレーター状の痕跡を生じたターゲット表面は、集光度の安定性が悪化するため再使用が不能である。従って、回転対称体に形成したターゲットであっても、1時間程度の使用毎に交換をする必要があり、操作が煩雑になるうえ、自動交換の場合には大規模な装置を必要とし、設備費の大幅な高価を招来するという問題がある。

一方、前述の如き問題の解決を図るため、各種の考案がこれまでに開示されている。

例えば、前記X線射出口6に設けた薄膜に依るX線の減衰の問題を解決するものとして、真空チャンバー内にマスクやレジスト付基板を直接配設する装置(特開昭60-7130号)や、X線を発生する高真空度の第1密閉室とX線減衰率の小さなヘリウムガス等を充填した第2密閉室とを中間室を介して連結し、第2密閉室と外部との圧力差を略零にすることにより、第2密閉室のX線放射口に設けた薄膜の厚さを極く薄くすると共に、その面積(照射面積)を大きく出来るようにしたX線発生装置(特開昭58-225636号)が開示さ

(6)

れている。

しかし、前者の特開昭60-7130号の装置に於いては、X線の減衰の防止は図れても、金属蒸気の蒸着によるマスクの破損等の問題は避けられず、実用化は著しく困難である。

また、後者の特開昭58-225636号の装置にあっても、高真空度の第1密閉室と大気圧に近い第2密閉室とが中間室を介して連通されているため、第1密閉室の真空度の維持が著しく困難になるだけでなく、第2密閉室のヘリウムガスによるX線の減衰により、薄膜を得くしたことによる効果が相殺されるという難点がある。

又、前記金属蒸気の蒸着の問題を解決するものとして、チャンパーの壁外にRF発振コイルを配設し、金属蒸気の蒸着が生じた場合にはチャンパー内へガス(例えば $Cl_2$ )を導入し、このガスをRF発振コイルのエネルギーによりプラズマ化することによって蒸着粒子(例えば $Al$ 粒子)をガス化(例えば $Al_2Cl_3$ )し、外部へ排出する装置(特開昭58-40757号)や、或いは、ターゲット物

(7)

(発明が解決しようとする問題点)

本発明は、従前のレーザープラズマX線発生装置に於ける上述の如き問題、即ち①X線射出口の薄膜によりX線が減衰すること(X線射出口を開口とした場合には、チャンパーの真空度維持が困難になること)、②蒸着したターゲット物質がチャンパー内壁面へ付着し、X線透過率が変動すること(X線射出口が開口の場合には、ターゲット物質の蒸発物が外部へ漏出し、マスク等を破損すること)及び③ターゲット物質の交換に手数がかかり、X線発生装置の長期に亘る連続使用が出来ないこと等の問題を解決せんとするものである。

(問題点を解決するための手段)

本発明によればレーザー光の集光点へ新しいターゲット物質の照射面を容易に且つ連続的に供給できると共に、X線射出口をパルスレーザーの照射に同期せしめて開口することにより、X線の減衰やターゲット物質の蒸気の漏洩の防止、チャンパー内真空度の維持の容易化等を可能にしたレーザープラズマX線発生装置が得られる。

(9)

質として、プラズマ化後の生成物が雰囲気との化合若しくは物質自体の分解等によってガス化する物質を用い、チャンパー内壁面への蒸着を防止する装置(特開昭58-158842号)等が開示されている。

しかし、前者の特開昭58-40757号に於いては、蒸着が発生する毎にガスの導入並びにプラズマ化操作を行なう必要があり、操作が煩雑になると共に、X線発生装置の連続運転が出来ないという難点がある。また、発振コイル駆動の際、マスク、レゾスト等がチャンパー内に置かれていると、プラズマによってマスク等が損傷するという欠点もある。

又、後者の特開昭58-158842号に於いても、ターゲット物質としてプラズマ化後の生成物がガスとなる物質を使用することが開示されているものの、ターゲット物質の供給方法やX線放射口に於けるX線の減衰防止については具体的手段が何等開示されておらず、実用化が著しく困難である。

以下余白

(8)

より具体的に云えば、本発明ではパルスレーザー光の入射口とX線射出口とを備え且つ内部を減圧状態としたチャンパーと、パルスレーザー光の集光点へレーザー加熱により気化する化学的に安定な液体又は固体状のターゲット物質を連続的に供給、移送するターゲット物質供給、移送装置と、前記X線射出口と対向して設けられ、レーザーパルスと同期してX線射出口を開口するX線射出口開閉機構とをなしている。

また、本発明は、上記したX線射出口開閉機構として、小孔を穿設した2枚の回転円盤を、両者の一部を相互に重ね且つ両者の小孔を合致可能に並設せしめて前記X線射出口と対向する位置に軸支すると共に、両回転円盤の回転周波数の差をレーザーパルス光の繰り返し周波数に等しくし、前記両小孔の合致によるX線射出口の開口と、レーザープラズマによるX線の発生とを同期させる構成を使用する。

本発明の一態様によれば、上記したターゲット物質として常温で希ガス又は不活性ガスである液体又は固体を用いたレーザープラズマX線発生装置が得られる。

(10)

本発明の他の態様によれば、ターゲット物質供給移送装置が無端ベルトにより構成されたレーザープラズマX線発生装置が得られる。

本発明の更に他の態様によれば、ターゲット物質供給移送装置が先端を開口したパイプ体により構成されたレーザープラズマX線発生装置が得られる。

本発明の他の態様によれば、ターゲット物質供給移送装置が、チャンバーからの排気ガスに含まれるターゲット物質の冷却回収装置を具備するレーザープラズマX線発生装置が得られる。

本発明の更に別の態様によれば、両小孔の合致によるX線射出口の開閉時間がパルスレーザー光の時間幅とほぼ等しいレーザープラズマX線発生装置が得られる。

本発明の他の態様によれば、両回転円盤がX線射出口の外側前方に配設されたレーザープラズマX線発生装置が得られる。

#### (作用)

液体又は固体状の不活性元素から成るターゲット物質が、ターゲット物質供給装置によりチャン

(11)

記パルスレーザー光と同期して開閉機構の開閉が行なわれると共に、開閉機構の開閉時間は、パルスレーザー光のパルス幅時間に略一致するよう設定されている。

#### (実施例)

以下、第1図乃至第5図に基づいて本発明の一実施例を説明する。

第1図は、本発明に係るレーザープラズマX線発生装置の横断面概要図であり、第2図はX線射出口開閉機構の概要説明図である。

第1図に於いて、10は内部を減圧した金属製のチャンバー、14はターゲット物質を連続的にパルスレーザー光の集光点へ供給するためのターゲット物質移送装置、20はチャンバーの外部よりターゲット物質移送装置へターゲット物質を供給するためのターゲット物質供給装置、21はX線射出口の開閉を規制するX線射出口開閉機構である。

前記チャンバー10はステンレス鋼等により気密に形成されており、その内部は排気装置11により約10 torr以下の低真空度に保持されている。当該チャンバー10の側壁にはパルスレーザー光

(13)

バー内のターゲット物質移送装置へ供給され、該移送装置によりターゲット物質がパルスレーザー光の集光点へ連続的に供給される。

一方、前記集光点へは、レーザー光源から放射されたパルスレーザー光が集光機構を通して入射されており、パルスレーザー光により加熱されたターゲット物質はプラズマ化され、プラズマ化したターゲット物質からX線が放射される。

プラズマ化されてガス状となったターゲット物質は、排気装置によりチャンバー外部へ排出され、ターゲット物質供給装置内に設けた冷却回収装置へ送られる。ここで冷却により再液化又は再固化されたターゲット物質は、引き続きチャンバー内のターゲット物質移送装置へ供給されて行く。

一方、前記プラズマ化されたターゲット物質より放射されたX線は、X線射出口と対向状に配設したX線射出口開閉機構の開閉時に、この開口を通してチャンバー外へ射出される。

前記X線射出口開閉機構は、両回転円盤にそれぞれ形成した2つの小孔が丁度合致した時に開口され、前

(12)

の入射口12が穿設されており、レーザー集光機構12aを通して、レーザー光源13からのパルスレーザー光13aがターゲット物質移送装置14上のターゲット物質15へ入射される。

又、チャンバー10の前壁にはX線射出口16が穿設されており、パルスレーザー光によってプラズマ化したターゲット物質15から放射されたX線17が、当該射出口16へ入射される。

チャンバー10の内部には、ターゲット物質15をパルスレーザー光13aの集光点18へ移送するためのターゲット物質移送装置14が配設されている。本実施例に於いては、ターゲット物質移送装置14として無端ベルトを用い、これを駆動装置(図示省略)により矢印方向へ一定速度で回転するようにしているが、液体又は固体のターゲット物質15をレーザー集光点18へ連続的に供給できるものであれば、如何なる構成の装置であってもよいことは勿論である。

前記ターゲット移送装置14へは、ターゲット物質供給路19を通して、ターゲット物質供給装

(14)

置 20 から後述するターゲット物質 15 が供給される。

前記ターゲット物質供給装置 20 は、ターゲット物質 15 の貯留・加圧装置 20a、冷却・回収装置 20b 等より構成されており、定常運転状態に於いては、レーザー光線 13a の集光照射により気化したターゲット物質 15 が、排気装置 11 を経由して冷却回収装置 20b へ導入され、冷却により再液化又は再固化されたあと、供給路 19 を通してターゲット物質移送装置 14 へ供給されて行く。

また、以上の実施例に於いては、ターゲット供給路 19 としてパイプを使用しているが、液体又は固体状のターゲット物質 15 をターゲット物質移送装置 14 へ有効に供給できるものであれば、パイプ以外の如何なる構造のものであってもよい。

前記ターゲット物質 15 としては、クリプトン、キセノン、アルゴン等の希ガス又は化学的に不活性で温度マイナス 50℃ 以上では容易に気化し、且つそれ以下の温度を液化点もしくは固化点とす

(15)

ヤーのピーク値が見られる。

第 5 図は縦軸を原子番号の二乗とし、横軸を光子エネルギーとして第 4 図に示した X 線放射エネルギーのピーク値について太線で示したものであり、これらは破線で示すような直線状の傾向を示し、電子軌道である K 殻、L 殻、M 殻および N 殻の各グループに分<sup>被</sup>類されていることが判る。このような分類は類似モーゼルの法則と呼ぶべきものである。第 5 図から必要な波長の X 線を最も効率よく放射するターゲット物質を決定できることになる。即ち、第 5 図を参照することによって、アルゴン（原子番号 18）、クリプトン（原子番号 36）及びキセノン（原子番号 54）の高 X 線放射エネルギー領域を知ることができる。

而して、X 線リソグラフィーの実用化には光子エネルギー 1.0～3.0 keV の X 線が最適とされるが、この領域の X 線を効率よく放射するターゲット物質として第 4 図及び第 5 図よりクリプトン、キセノン又はアルゴン元素であることが判明した。前記クリプトンやキセノン、アルゴンのような不

(17)

る物質を、液化又は固化状にて使用する（以下クライオターゲットと呼称する）。

前記クライオターゲットを当該プラズマレーザー X 線発生装置のターゲット物質 15 として採用することは、第 4 図及び第 5 図に示す本件発明者らにより見い出された、X 線発生効率の原子番号依存性の実験結果を基にして知得されたものである。

第 4 図は縦軸を X 線放射エネルギー強度 ( $J/Sr \cdot keV \cdot E_L$ )（ここで、J はジュール、Sr はステラジアン（立体角）、keV はキロエレクトロンボルト、 $E_L$  はレーザーエネルギー (J) である。）とし、横軸を X 線の光子エネルギー (keV)、即ち X 線スペクトルとして表わし、これを原子番号の異なるターゲット物質について表わしたものである。第 4 図において例えば、原子番号 6（炭素 C）は光子エネルギーが 0.3～0.6 keV の間で X 線放射エネルギーのピーク値が見られ、また原子番号 64（ガドリニウム Gd）は光子エネルギーが 0.1～0.5 keV の間と 1.3～2.0 keV の間で X 線放射エネ

(16)

活性ガスは、室温では気体であり、化学的に安定である。そのため、上述のように他の物質表面に室温では堆積しない。

一方、レーザープラズマのターゲットとしては固体もしくはそれに近い密度を持つことが必要である。そこでこのような不活性ガスを冷却し、液化又は固化したものをレーザーのターゲット（クライオターゲット）とするのが望ましい。キセノンは液化点マイナス 107.1℃、固化点マイナス 111.9℃であり、クリプトンは各々マイナス 152.9℃、マイナス 156.6℃であり、現在のガス冷却技術（例えば液体窒素（マイナス 145.65℃））を用いることにより容易に液化又は固化させることができ、実用上特に問題となる点はない。

前記クライオターゲットへ入射されるパルスレーザー光 13a の光源 13 は高出力・高繰り返し型のパルスレーザー光源であり、本実施例に於いては、ターゲット物質 15 として前述のクライオターゲットを使用し、集光後のレーザー光強度が  $10^{13} \text{w/cm}^2$  以上、集光径が 100～500  $\mu\text{m}$  の場合に於

(18)

いて、リンググラフィー装置の光源として最適な光子エネルギー(1.0~3.0 keV)のX線を放射すべく、レーザー波長0.53  $\mu\text{m}$ 、出力約50W、パルス幅0.1 nsec、繰り返し周波数100 Hzのパルスレーザー光源としている。

尚、レーザー光源としては、出力10W以上、パルス幅10~0.1 nsec、繰り返し周波数10~1000 Hzの光源が実用上望ましい。

第3図は、第1図に示したターゲット物質移送装置14の第2実施例によるターゲット物質移送装置140を示すものであり、ターゲット物質供給路(移送管)190の先端部を絞り込むと共に、その最先端をフレア状に拡張したパイプ体によりターゲット物質移送装置140を構成し、パイプ体の先端から適量のターゲット物質15を押し出すと共に、その先端外表面へパルスレーザー光13aを照射する構成としている。このように、この実施例では、ターゲット物質の供給とターゲット物質の集光点への移送を一体化された装置により行なうことができる。

(19)

その周辺部を相互に重ね合わせた状態で、且つ前後方向に僅く僅かな間隙をもって並設され、支軸24a、25aにより回転自在に軸支されている。即ち、両円盤24、25は、夫々の小孔22、23が両円盤の重なり部に於いて丁度前後方向に合致可能をように並設されており、両小孔22、23が同時に両支軸24a、25aを結ぶ直線の中央に位置したときに、X線射出口16へ入射されたX線17が、両小孔22、23により形成された開口を通過して外部へ放射されることになる。

前記両円盤24、25は、モータ26、27により一定の回転周波数 $f_1$ 、 $f_2$ (本例： $f_1=500\text{Hz}$ 、 $f_2=600\text{Hz}$ )で矢印方向へ夫々回転されており、両円盤24、25は、両者の回転周波数の差 $V=|f_1-f_2|$ が、丁度前述したパルスレーザー光13aの繰り返し周波数 $V$ 。(本例： $V=100\text{Hz}$ )に等しくなるように、回転数検出装置28、29及び制御装置30によって自動制御されている。

即ち、両円盤24、25の回転周波数の差 $V$ と

(21)

例えば、供給路190の先端から液状のターゲット物質15を適宜の大きさの液滴として順次繰り出すようにした場合には、後続の液状ターゲット物質15と照射を受ける液滴との間が熱的にほぼ断絶されるため、レーザー光により与えられた熱が液状ターゲット物質15内へ容易に伝わらず、そのため熱損失が減少するだけでなく、次のレーザー照射を受けるべき液状ターゲットがレーザー光を照射される前に加熱・気化されるのを、防ぐことが出来る。

また、液滴の繰り出しとパルスレーザーの照射とを同期せしめた場合には、前記熱損失の減少がより一層顕著なものとなる。

第1図に戻ると、本発明に係るX線射出口開閉機構21は、チャンパー10の前壁に穿設したX線射出口16の外側にこれと対向状に配設されており、1個の小孔22又は小孔23を穿設した2枚の回転円盤24、25と、回転駆動用モータ26、27等から形成されている。

前記回転円盤24、25は、第2図に示す如く

(20)

パルスレーザー光源13aの繰り返し周波数 $V$ とを一致させることにより、レーザープラズマにより発生したX線のX線射出口16への入射と、両小孔22、23の合致による開口形成との間の同期がとれ、X線17の入射と同期して開閉機構21によってX線射出口が開閉されると共に、X線17が入射しないときには、開閉機構21が閉鎖されることになる。

又、当該X線射出口開閉機構21の開口時間(本例： $64\mu\text{s}$ )は、両回転円盤24、25の回転周波数 $f_1$ 、 $f_2$ 並びに小孔22、23の寸法(本例： $1\text{cm}^2$ )および小孔22、23と回転軸24a、25bとの間の距離(本例： $5\sim10\text{cm}$ )を適宜に選定することにより開口時間が定まり(本例： $64\mu\text{s}$ )、レーザーの繰り返し周期(本例： $10\text{ms}$ )と比べ十分に短い開口時間となる。なおこの開口時間は、パルスレーザー光のパルス幅、即ちX線パルス幅(本例： $約17\text{ns}$ )よりも十分に長い。

更に、前記両円盤24、25は、前後方向に僅

(22)

かな間隙(本例:1~2mm)をもって配設されると共に、後方の円盤25とチャンパー前壁間の間隙も僅かな間隙(本例:1~2mm)に保持されているため、X線射出出口16を通して真空チャンパー10内へリークする外気は極く少量となり、排気装置11に負担がかかり過ぎたり、或いは、回収冷却装置20に於ける排気ガス内からのターゲット物質の冷却・回収に支障を生ずるということは全く無い。

又、本実施例に於いては、X線射出出口開閉機構21をチャンパー10の外側に設けているが、回転円盤24、25等をチャンパー内へ配設することも可能である。更に、小孔22、23の形状は任意に選択でき、且つ、小孔の数も各円盤に1つに限らなくてもよい。

#### (発明の効果)

本件発明に於いては、チャンパー内にターゲット物質移送装置を配設し、チャンパー外からターゲット物質を移送装置へ供給すると共に、新しいターゲット物質をレーザー集光点へ連続的に供給

(23)

プラズマX線発生装置の提供を可能にする秀れた実用的効用を有するものである。

#### 4.図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係るレーザープラズマX線発生装置の横断面概要図である。

第2図はX線射出出口開閉機構の構造説明図である。

第3図はターゲット物質移送装置の他の実施例を示す説明図である。

第4図及び第5図は、レーザーによるX線発生効率のターゲット原子番号依存性を示す実験結果の一例であり、第4図はスペクトル強度を示し、第5図はスペクトル強度が大きい位置の軌跡を示す。

第6図は、従前のレーザープラズマX線発生装置の概要図である。

10…チャンパー、11…排気装置、12…レーザー光の入射口、13…レーザー光源、14、140…ターゲット物質移送装置、15…ターゲ

(25)

ット物質、16…X線射出出口、17…X線、18…レーザー集光点、19、190…ターゲット物質供給路、20…ターゲット物質供給装置、21…X線射出出口開閉機構、22、23…小孔、24、25…回転円盤、26、27…モータ、28、29…回転数検出装置、30…制御装置。

する構成としているため、従前の如くターゲット回転体を高頻度で取替える必要がなく、操作性が著しく向上すると共に、安定したX線の連続的照射が可能となる。

また、ターゲット物質としてレーザー加熱によってガス化する化学的に安定な液体又は固体状の物質を利用しているため、チャンパー内壁面等への蒸発物の蒸着の問題は一切発生せず、且つ気化されたターゲット物質を冷却回収することにより、ターゲット物質の効率的な循環使用が可能となる。

更に、X線射出出口開閉機構により、X線射出出口がX線の発生と同期して且つパルスレーザーのパルス幅よりも長い時間にわたって開口されるため、X線の減衰は十分に防止され、常に安定した強度のX線が得られると共に、チャンパー内真空度の保持も極めて容易となる。

上述の如く、本件発明は、長年懸案であったターゲット物質の堆積の問題と、ターゲット物質の供給の問題、さらに蒸圧排気の問題等を一挙に解決するものであり、低コストで実用的なレーザー

(24)

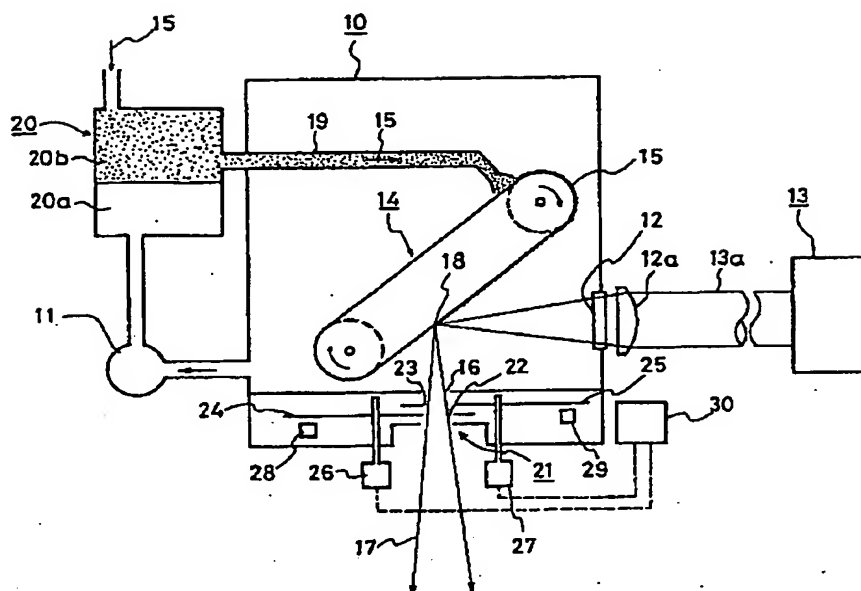
代理人 (7783) 弁護士 池田 憲保



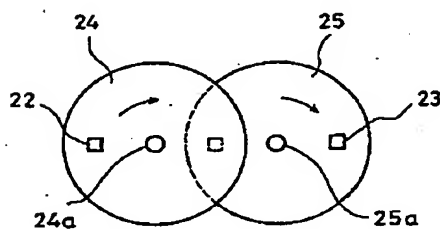
(26)



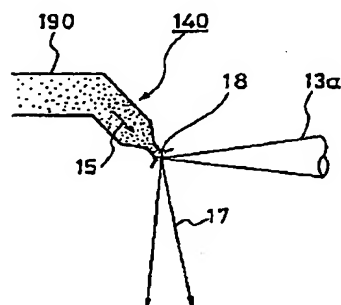
第 1 図



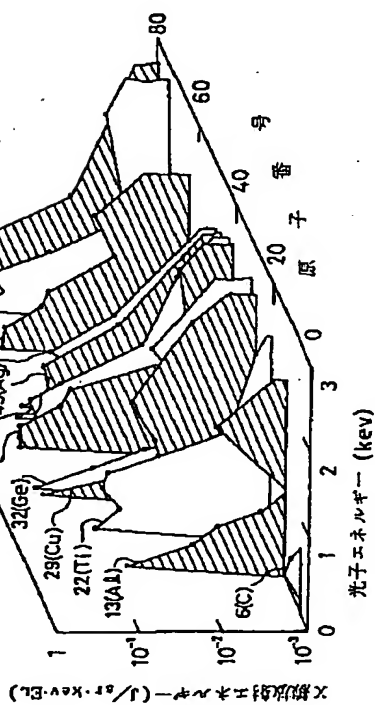
第 2 図



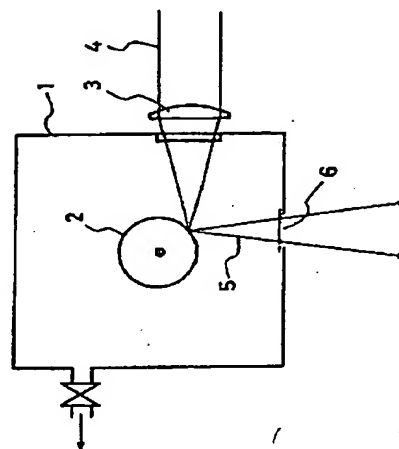
第 3 図



第4図



第6図



第5図

